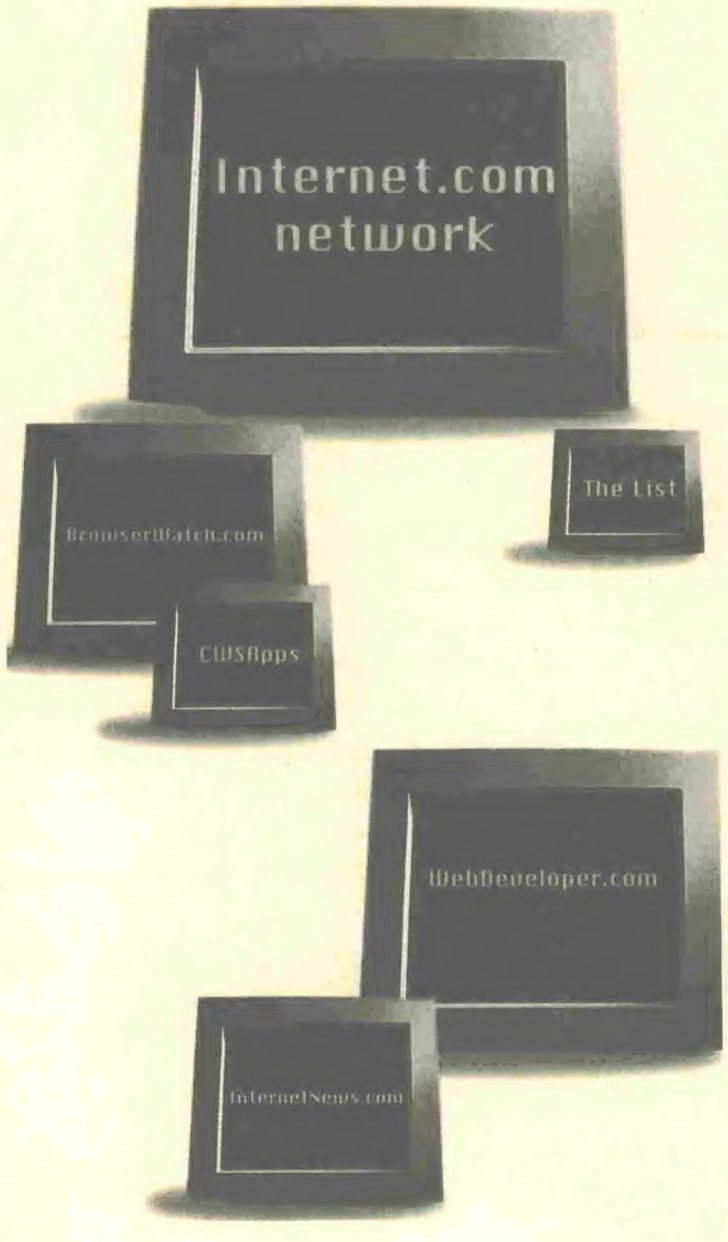
สหัส พรหมสิทธิ์

การสื่อสารด้วยวิดีโอแบบปฏิสัมพันธ์

การสื่อสารในรูปของวิดีโอออนดีมานด์ เป็นการให้บริการแบบปฏิสัมพันธ์ ในรูปต่าง ๆ ซึ่งกำลัง เป็นที่ยอมรับของตลาด

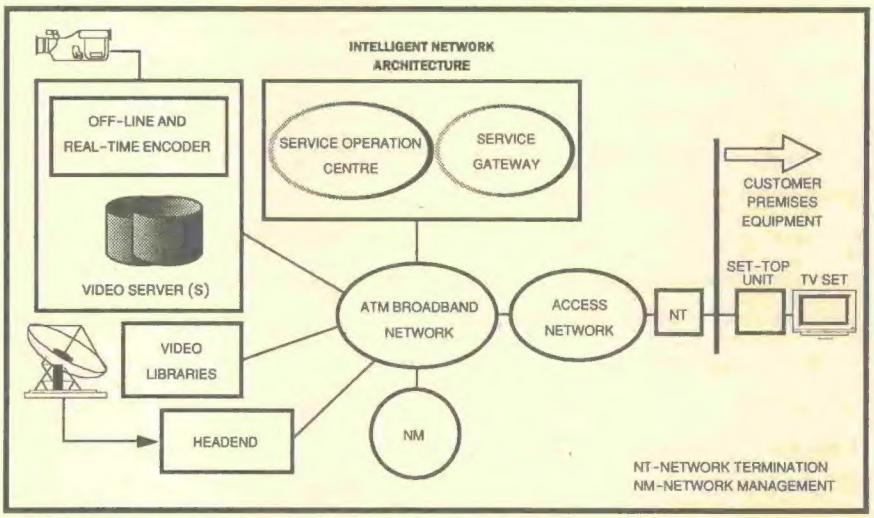


วิวัฒนาการของการสื่อสารมวลชนของหลาย ๆ ประเทศ มักเริ่มด้วยการมีสถานีวิทยุกระจายเสียง จากนั้นก็พัฒนาไปสู่การส่งหรือการแพร่ภาพโทรทัศน์ที่เป็นคำขาวแล้วเป็นสี อันเป็นการให้ข่าวสารและสาระบันเทิงแบบกวาดกว้างสำหรับคนทุกคนที่มีเครื่องรับ จนถึงจุดหนึ่ง อุตสาหกรรมด้านโทรทัศน์ก็จะพัฒนาไปสู่การให้บริการต่าง ๆ ในรูปของพหุสื่อที่เป็นแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia Services) เช่นที่เกิดขึ้นในหลาย ๆ ประเทศ เมื่อไม่กี่ปีมานี้ หนึ่งในการให้บริการดังกล่าวก็คือการสื่อสารในรูปของ **วิดีโอออนดีมานด์** (Video On Demand หรือ VOD) อันเป็นการให้บริการแบบปฏิสัมพันธ์ในรูปต่าง ๆ ในลักษณะของบรอดแบนด์ (broad band) ซึ่งกำลังเป็นที่ยอมรับของตลาด โดยมีกลุ่มเป้าหมายแรกที่เป็นผู้ใช้บริการที่อยู่ตามบ้าน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในขั้นต้นสำหรับบริการที่เป็น VOD จากนั้นก็มีการคาดกันว่าการให้บริการ VOD จะกระจายไปสู่บริษัทอันเป็นธุรกิจประเภทต่าง ๆ เรื่อยไปจนถึงสถาบันการศึกษา

สิ่งดึงดูดใจในเรื่องของ VOD สำหรับผู้ใช้ตามบ้านก็คือการมีรายการและภาพยนตร์ใหม่ ๆ ให้เลือกชมได้มากมาย ความหลากหลายของรายการที่จะมี อาทิเช่น ข่าว ความบันเทิง หรือสารคดีที่เป็นแบบหลายตอนจบ แคตาล็อกสำหรับชอปปิง ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับตลาดทุน (stock exchange information) รวมทั้งเกมการเล่นแบบต่าง ๆ และบริการในด้านข้อมูลเฉพาะด้านตามความต้องการของผู้ชม

การเลือกชมรายการดังกล่าวเป็นการเลือกไปจากบ้าน (หรือที่ทำงาน) และรายการที่ผู้ชมได้เลือกจะไปถึงที่บ้าน (หรือที่ทำงาน) ภายในเวลาอันสั้น (นาทีหรือวินาที) ภายหลังจากที่ได้มีการสั่ง ซึ่งก็จะมีการเรียกเก็บเงินจากผู้ชมหรือผู้ใช้บริการ โดยคิดเป็นรายการหรือคิดตามระยะเวลา รายการที่มีให้เลือกจากที่บ้านเท่าที่มีอยู่ในขณะนี้สำหรับในหลายประเทศก็มีอาทิเช่น ในรูปของ Pay-TV และ Pay-per-view ซึ่งในต่อ ๆ ไปก็จะมีบริการแบบ VOD เข้ามาเสริม โดยในขั้นแรกอาจอยู่ในรูปของ Near Video-On-Demand (NVOD) ซึ่งผู้ชมสามารถเลือกดูรายการต่าง ๆ จากที่มีอยู่โดยเริ่มดูได้ตามช่วงเวลาที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า เช่นทุก 15 หรือ 30 นาที รายการประเภทนี้จะเก็บไว้ในรูปของ compressed form ในสตอเรจดีไวซ์ พัฒนาการขั้นต่อไปก็อาจเป็นไปในรูปของ Interactive Video-On-Demand (IVOD) อันเป็นการให้บริการที่อาศัยอุปกรณ์สับเปลี่ยนที่เป็น switched basis และอาศัยระบบสื่อสารโทรคมนาคม โดยอยู่ภายใต้การดูแลของเคเบิลโอเปอเรเตอร์และผู้ให้บริการ การเรียกเพื่อขอชมรายการในรูปของ IVOD นี้สามารถทำได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยการควบคุมในรูปของ VCR นอกจากนี้ก็จะมีประเภทของรายการให้เลือกดูได้ยืดหยุ่นมากขึ้น เพราะผู้ชมแต่ละรายจะได้รับสำเนาของรายการเฉพาะเป็นจำนวนหนึ่งชุด โดยอาศัยการเชื่อมโยงแบบจุดต่อจุด อันทำให้ต้องมีสตอเรจที่ใหญ่ขึ้น การให้บริการที่เป็นพหุสื่อในรูปของ IVOD จึงสิ้นค่าใช้จ่ายสูง แต่ก็จะได้รับความนิยมจากผู้ใช้มากขึ้น

การรุดหน้าของสื่อสารที่เป็น VOD ได้อาศัยเทคโนโลยีที่เป็นฐานอยู่หลายอย่างที่ได้รับการพัฒนามาจนขั้นใช้การได้เป็นอย่างดี ดังจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป สิ่งที่ทำให้ VOD เป็นไปได้ในอีกไม่ช้าก็คือ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ลดลงเรื่อย ๆ อันเนื่องมาจากการรุดหน้าของเทคโนโลยีในด้านการสื่อสารและอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ รวมทั้งองค์กรที่ทำหน้าควบคุมด้านการสื่อสารของ



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของ Video-on-demand (VOD)

หลาย ๆ ประเทศ (เช่น FCC ของสหรัฐฯ) ที่มีส่วนทำให้การสื่อสารอันล้ำยุค เช่น VOD มีความเป็นไปได้ภายในระยะเวลาอันสั้น ดังจะเห็นจากการที่ FCC ของสหรัฐฯ ได้อนุมัติให้ RBOC (Regional Bell Operating Companies) ในการให้บริการในด้าน VOD เมื่อปี 1992

สถาปัตยกรรมของเน็ตเวอร์ก

องค์ประกอบ

สถาปัตยกรรมและสิ่งที่เป็นระบบย่อยสำหรับ VOD เน็ตเวอร์กได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย VOD เซอร์ฟเวอร์ ส่วนต่าง ๆ ของบรอดแบนด์สวิตชิงเน็ตเวอร์ก ส่วนที่ทำหน้าที่ในด้านแอ็กเซส (Access Arrangements) และอุปกรณ์ปลายทางของลูกค้า (Customer Premises Equipment หรือ CPE)

ภายในวิดีโอเซอร์ฟเวอร์ (video server (s)) เป็นที่บรรจุวิดีโอโปรแกรมต่าง ๆ ที่ได้รับการบีบอัดแล้ว รวมทั้งสำเนาของสัญญาณวิดีโอที่พร้อมที่จะสนองความต้องการโดยผ่านทางเน็ตเวอร์กของผู้ใช้ นอกจากนี้ภายในเซอร์ฟเวอร์ยังเป็นที่บรรจุเอ็นโค้ดเดอร์ของรีลไทม์ Moving Picture Expert Group (MPEG) เพื่อสำหรับการแอ็กเซสไปสู่รายการสดต่าง ๆ โดยผู้ที่ให้บริการรายใดรายหนึ่งเป็นเจ้าของเซอร์ฟเวอร์หรือกลุ่มของเซอร์ฟเวอร์ ที่จะเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการช่วง (multiple service providers) สามารถใช้ประโยชน์จากเซอร์ฟเวอร์ดังกล่าวในการให้บริการแก่ลูกค้าโดยอาศัยเน็ตเวอร์กเดียวกัน นอกจากนี้ผู้ที่เป็นเน็ตเวอร์กโอเปอเรเตอร์ยังสามารถเป็นเจ้าของวิดีโอเซอร์ฟเวอร์ต่าง ๆ เพื่อนำขีดความสามารถที่เหลืออยู่ไปให้ผู้ให้บริการรายอื่น ๆ เช่าต่อ นอกจากนี้ก็มีส่วนที่เรียกว่า headend อันเป็นจุดที่ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณทีวีที่มาจากที่อื่นและที่มาจากจุดใกล้เคียงก่อนที่จะแปลงเป็นสัญญาณแสงสำหรับส่งข้ามเน็ตเวอร์ก ต่อไปก็จะเป็นห้องสมุดวิดีโอ (video library) ที่เป็นระบบสารบรรณซึ่งเป็นที่เก็บภาพยนตร์ต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในรูปที่บีบอัดแล้ว (compressed format) รวมทั้งการทำหน้าที่ในด้าน batch load สำหรับวิดีโอเซอร์ฟเวอร์ต่าง ๆ ซึ่งมีเนื้อหาสาระของรายการที่เหมาะสมสำหรับการเรียกดูในแบบรีลไทม์ (realtime)

หน้าที่ของบรอดแบนด์สวิตชิงเน็ตเวอร์กในกรณีนี้ก็คือการเป็นอินเตอร์คอนเนคชันระหว่างเน็ตเวอร์กซับซิสเต็มส์ต่าง ๆ ใน

สถาปัตยกรรม VOD โดยจะทำหน้าที่ในด้านการส่งสัญญาณและการส่งข้อมูลของรายการ จากนี้ก็มีสิ่งที่เรียกว่า แอ็กเซสเน็ตเวอร์ก (access network) ของแอ็กเซสแบบต่าง ๆ จากแกนของเน็ตเวอร์กไปยัง CPE (Customer Premises Equipment) ซึ่งรวมถึง Access Multiplexing Arrangements และ Network Terminations (NT) การแอ็กเซสด้วยสายทองแดงในรูปของ Asymmetrical Digital Subscriber Loop (ADSL) ออปติคัลไฟเบอร์โคแอกเชียล อินเทอร์เฟส (โดยใช้ดิจิตอลโมดูเลชัน) และเรดิโออินเทอร์เฟส (เช่น Local Multichannel Distribution Services : LMDS) ก็เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ สิ่งที่เป็น CPE อาจเป็น integrated set top ที่เป็นของประจำตัวสำหรับเครื่องโทรทัศน์ หรืออาจอยู่ในรูปของโมดูล่าร์ซับสคริบเบอร์ยูนิต (modular subscriber unit) ที่รับผิดชอบในด้าน user selectable services แบบเต็มที่ในแง่ของการเป็นจุดเชื่อมต่อเข้าไปในบ้านของผู้ใช้บริการ สำหรับผู้ที่เป็นเน็ตเวอร์กโอเปอเรเตอร์ในแง่ของเน็ตเวอร์กแมนเนจเมนท์ตามในรูปที่ 1 นั้นก็จะมี Operational Systems ของแต่ละส่วน (element managers) ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานและการบริหาร VOD เน็ตเวอร์กจากปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่ง Operational Systems จะสื่อสารกับส่วนต่าง ๆ ของเน็ตเวอร์กโดยอาศัยอินเทอร์เฟสมาตรฐานรวมทั้งอินฟอร์เมชันโมเดล (information models) ที่เป็นไปตามมาตรฐานของ TMN (Telecommunication Management Network)

สุดท้ายก็มีเซอร์วิสเกตเวย์ (service gateway) ที่ทำหน้าที่เป็นอินเทอร์เฟสให้แก่ลูกค้าในการเชื่อมโยงกับวิดีโอเซอร์ฟเวอร์ จากจุดของผู้ให้บริการโดยอาศัย session control โดยเซอร์วิสเกตเวย์จะดูแลลูกค้าเป็นกลุ่มและจะมีการเพิ่มเกตเวย์ดังกล่าวตามปริมาณของ service penetration ที่เพิ่มขึ้น รูปแบบของเซอร์วิสเกตเวย์อาจเป็นไปได้ทั้งในรูปขององค์ประกอบของเน็ตเวอร์กที่แยกออกมาต่างหาก (เช่นในกรณีของ Intelligent Network Architecture) หรือรวมกับองค์ประกอบของเน็ตเวอร์ก (เช่นในวิดีโอเซอร์ฟเวอร์) ถัดไปก็เป็นเซอร์วิสโอเปอเรชันเซ็นเตอร์ (service operation center) ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำหรับผู้ให้บริการในด้านของ

- การจัดรายการต่าง ๆ ที่จะกระจายไปสู่วิดีโอเซอร์ฟเวอร์ต่าง ๆ
- บริหารจัดการในด้านเซอร์วิสโอเปอเรชัน สำหรับกลุ่มลูกค้า รวมทั้งการเรียกเก็บเงิน (billing) การดูแลสมาชิก (subscriber management) การตลาดสำหรับการจัดรายการและการโฆษณา

เซอร์วิสโอเปอเรชันเซ็นเตอร์อาจเป็นองค์ประกอบอันหนึ่งของเน็ตเวอร์กที่แยกออกมาต่างหาก (หรือเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ในกรณีของ multiple service providers) หรือสำหรับในกรณีที่เป็นเน็ตเวอร์กขนาดเล็กก็อาจรวมเข้ากับวิดีโอเซอร์ฟเวอร์ได้

เหตุผลในการใช้ ATM เทคโนโลยี

สถาปัตยกรรมของ VOD ได้ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Asynchronous Transfer Mode (ATM) ในแง่ที่ว่าข้อมูลของรายการต่าง ๆ จะสร้างขึ้นมาในวิดีโอเซอร์ฟเวอร์แล้วแปลงให้เป็น ATM โหมด จากนั้นก็จะมีการส่งข้อมูลผ่านแอ็กเซสเน็ตเวอร์ก โดยอาศัย ATM เซลล์ โดย set-top unit จะทำหน้าที่เป็นปลายทางสำหรับ ATM โปรโตคอลในวิดีโอออดิโอดีโค้ดเดอร์ (video-audio decoder) ส่วนเหตุผลที่ผู้ประกอบการในด้านสื่อสารโทรคมนาคมบางรายได้เลือกใช้ ATM ก็เพราะว่า

1. มีความยืดหยุ่นในด้านแบนด์วิดธ์ในแง่ของการสามารถสนองความต้องการในด้านแบนด์วิดธ์สำหรับการให้บริการในด้านวิดีโอที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่นในปัจจุบันก็จะเห็นว่ามาตรฐานในด้านวิดีโอคอมเปรสชันสำหรับ MPEG-1 ได้กำหนดไว้ที่ 1.5 Mbit/s ส่วนมาตรฐาน MPEG-2 จะทำงานที่แบนด์วิดธ์ซึ่งอยู่ระหว่าง 1.5 และ 9 Mbit/s มาตรฐานของ HDTV จะอยู่ที่บิตเรตระหว่าง 20 ถึง 40 Mbit/s และภายในห้าปีนับจากนี้ตัวเลขต่าง ๆ ดังกล่าวก็จะเปลี่ยนแปลงไปอีก

ในอีกด้านหนึ่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในเรื่องของเทคโนโลยีของแอ็กเซสเน็ตเวอร์ก (access network) ในแง่ที่ว่าขีดความสามารถของแอ็กเซสแบนด์วิดธ์ต่อผู้ใช้หนึ่งรายจะแปรระหว่าง 1.5 ถึง 6 Mbit/s สำหรับ ADSL และนับเป็นสิบ Mbit/s สำหรับโคแอ็ก (coax) และไฟเบอร์ (fiber) อันจะขึ้นกับชนิดของสถาปัตยกรรม เมื่อเป็นเช่นนี้ VOD เน็ตเวอร์กที่จะปลอดภัยสำหรับการใช้งานในอนาคตจะต้องโปร่งใส สำหรับวิวัฒนาการในด้านแบนด์วิดธ์ดังกล่าวซึ่งน่าจะมีเพียง ATM เท่านั้นที่จะสามารถสนองความต้องการเท่าที่พูดมาทั้งหมดนี้ได้

2. Service mix การให้บริการ VOD ในขั้นแรกจะเป็นแบบซิงเกิลคอนเนคชันสำหรับผู้ใช้รายเดียว จากนั้นก็อาจพัฒนาไปเป็นการมีหลาย ๆ คอนเนคชันสำหรับผู้ใช้แต่ละราย การมีความโปร่งใสในเรื่องของแบนด์วิดธ์จะทำให้เกิดความสมดุลระหว่าง จำนวนแชนเนิลต่อผู้ใช้แต่ละราย กับแบนด์วิดธ์ที่ได้ใช้ไปแล้ว ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการใช้ ADS เน็ตเวอร์กที่มีแบนด์วิดธ์เท่ากับ 6 Mbit/s ก็ยังสามารถให้บริการแบบหนึ่งรายการที่ 6 Mbit/s สองรายการที่ 3 Mbit/s สามรายการที่ 2 Mbit/s ฯลฯ โดยระบบ VOD ที่อยู่บนฐาน ATM จะมีความยืดหยุ่นเป็นอย่างดีสำหรับกรณีเช่นนี้

ได้มีการคาดกันว่าการเกิดมีบริการที่เป็น VOD นี้จะก่อให้เกิดบริการใหม่ ๆ ในโลกของการสื่อสารโทรคมนาคมอันจะเป็นที่นิยมยอมรับของคนทั่วไปทั้งที่อยู่ตามบ้านและในที่ทำงาน คือเมื่อโครงสร้างพื้นฐานของ VOD เริ่มเข้าที่ ก็จะเป็นของง่ายในการให้บริการต่าง ๆ ที่ต้องการแบนด์วิดธ์สูงในตอนปลายทาง (downstream) และต้องการบิตเรต (bit rate) ที่ต่ำในตอนต้นทาง (upstream) เช่นในกรณีของวิดีโอชอปปิง (เช่นธุรกิจในการค้าด้านอสังหาริมทรัพย์ สำนักงานท่องเที่ยว) การศึกษาในระยะไกล การเข้าใช้ฐานข้อมูลแบบ

พหุสื่อ การดาวน์โหลด CD-ROM ต่าง ๆ รวมทั้งการใช้ CD-I ในเรื่องต่าง ๆ การดาวน์โหลดพวกเกมการเล่นและเกมแบบปฏิสัมพันธ์

3. คอมแพทติบิลิตี้ (compatibility) เนื่องจากได้มีการกำหนดให้ ATM เป็นมาตรฐานในการส่งข้อมูล (transfer mode) สำหรับบรอดแบนด์ ISDN (B-ISDN) การเลือกใช้เทคโนโลยีเช่น ATM จึงทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ในโลกของการสื่อสารสามารถวิวัฒนาการไปสู่การให้บริการต่าง ๆ ที่เป็น B-ISDN แบบสามัญ (generic B-ISDN)

แอ็กเซสเน็ตเวอร์ก (Access Network)

แอ็กเซสเน็ตเวอร์กมีหน้าที่เชื่อมโยง Customer Premises Equipment (CPE) กับบรอดแบนด์สวิตชิงเน็ตเวอร์กเข้าด้วยกัน ข้อต้องการด้านปลายทางได้มีว่าแอ็กเซสสำหรับผู้ใช้ในรูปของแบนด์วิดธ์จะอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 9 Mbit/s ส่วนในด้านต้นทางนั้นจะต้องการแบนด์วิดธ์ในระดับ 10 Kbit/s สำหรับการส่งสัญญาณ ในอนาคตอาจมีความต้องการแบนด์วิดธ์ที่สูงขึ้นในด้านต้นทางเพื่อสามารถให้การสนับสนุนการให้บริการวิดีโอแบบสองทาง รวมทั้งสำหรับเกมชนิดต่าง ๆ ที่ต้องการการโต้ตอบในเชิงปฏิสัมพันธ์ที่สูงมาก ๆ

ในปัจจุบันได้มีระบบแอ็กเซสชนิดต่าง ๆ ที่ให้การสนับสนุนการให้บริการ VOD แบบปฏิสัมพันธ์ เช่น

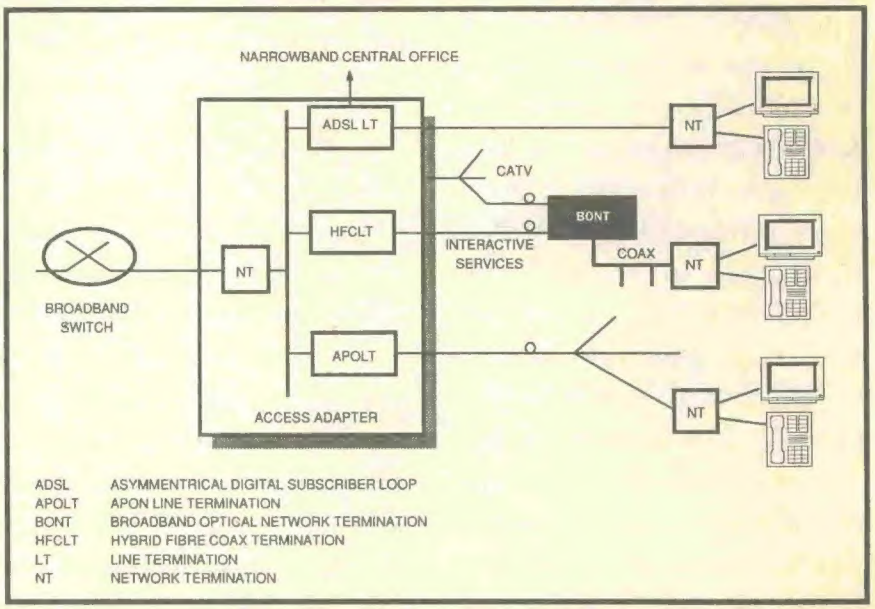
- ADSL (Asymmetric Digital Snbscriber Loop)
- แอ็กเซสเน็ตเวอร์กบนฐานของ FITL (Fiber In The Loop)
- HFC (Hybrid Fiber Coax)
- LMDS (Local Multichannel Distribution Services)

นอกจากนี้ก็มีเทคโนโลยีในด้านดาวเทียมที่จะเข้ามามีบทบาทในการให้บริการการส่งสัญญาณที่เป็นแบบดิจิตอล สำหรับการให้บริการที่เป็น real interactivity นั้นยังไม่สบผลสำเร็จเท่าที่ควร คือยังต้องอยู่ในรูปของ abstraction โดยอาศัย DBS (Direct Broadcast by Satellite)

เทคนิคในการแอ็กเซสแต่ละแบบที่กล่าวในข้างต้นต่างก็มีข้อดีและข้อเสียด้วยกันทั้งนั้น คือในปัจจุบันยังไม่มีแอ็กเซสเทคนิคชนิดใดที่สนองข้อต้องการทุกด้านของโอเปอเรเตอร์ทุกรายได้ จึงต้องอาศัยหลักที่ว่าแอ็กเซสเทคนิคชนิดใดที่สนองข้อต้องการทุกด้านของโอเปอเรเตอร์ทุกรายได้ จึงต้องอาศัยหลักที่ว่า แอ็กเซสเทคนิคที่เหมาะที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมของเน็ตเวอร์กแบบใดแบบหนึ่งนั้นจะขึ้นกับเคเบิลแพลนท์ (cable plant) ที่ได้ก่อสร้างติดตั้งอยู่แล้วอันอาจเป็นสายโทรศัพท์แบบ twisted pair, coax ฯลฯ รวมทั้งการต้องขึ้นอยู่กับกลยุทธ์ของโอเปอเรเตอร์แต่ละรายอันทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาสิ่งที่จะเข้ามาให้การสนับสนุนระบบแอ็กเซสที่มีอยู่แล้วเพื่อให้แอ็กเซสเทคนิคต่างชนิดกันทำงานร่วมกันได้ ดังในรูปที่ 2 ซึ่งแสดงการเชื่อมโยงเทคนิคต่าง ๆ ดังกล่าวเข้ากับแอ็กเซสอะแดปเตอร์ (access adapter) ที่ทำหน้าที่เป็นอินเทอร์เฟสมาตรฐานให้แก่ทั้ง สวิตช์เน็ตเวอร์ก (switched network) และเทอร์มินัลต่าง ๆ (เช่น set tops เครื่องรับโทรศัพท์ ฯลฯ)

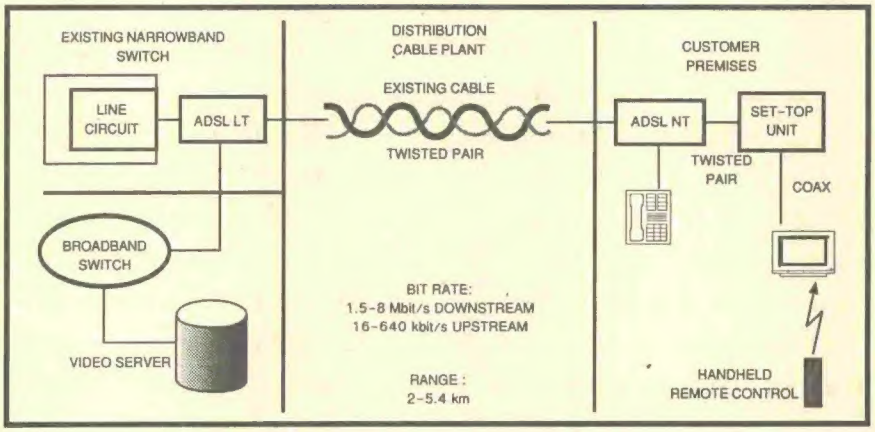
ADSL

เทคโนโลยีที่เป็น ADSL จะเป็นการส่งข้อมูลแบบดิจิตอลด้วยความเร็วสูงโดยอาศัยสายโทรศัพท์เป็น twisted pair เพียงคู่เดียว รูปแบบของแอ็กเซสเน็ตเวอร์กสำหรับ VOD โดยอาศัย ADSL ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 ขีดความสามารถในการส่งสัญญาณที่ได้ชื่อว่าเป็น Asymmetric สำหรับกรณีนี้ก็เพราะว่า บิตเรตที่อยู่ตรงปลายทางและต้นทางจะต่างกันในแง่ที่ว่าบิตเรตตรงปลายทาง (เช่นจากสวิตช์ไปยังบ้านของผู้ใช้บริการ) จะอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 8 Mbit/s ซึ่งจะสูงกว่าบิตที่อยู่ตรงต้นทางมาก บิตเรตที่ต้นทางสำหรับกรณีนี้เท่ากับ 16 ถึง 440 kbit/s อันจะขึ้นกับการให้บริการแบบสองทางว่าเป็นบริการชนิดใดบ้าง ในแง่ของระยะทางก็มีว่าระยะทางที่จะให้ผลดีที่สุดในการให้บริการ VOD จะแปรตั้งแต่ 2 กม. (6 Mbit/s สำหรับปลายทาง +640 Kbit/s แบบสองทาง) จนถึงระยะทางการรับส่ง 5.4 กม. (2 Mbit/s ปลายทาง +16 Kbit/s ต้นทาง) นอกเหนือจากความสามารถในการถ่ายทอดข้อมูลด้วยความเร็วสูงแล้ว ADSL ยังมีความสามารถในการมัลติเพล็กซ์ (multiplex) ข้อมูลข่าวสารที่เป็นดิจิตอลโดยอาศัย analog voice channel แบบที่เคยใช้กันอยู่ ซึ่งหมายถึงว่าลูกค้าที่ใช้บริการทางโทรศัพท์ที่เรียกว่า



รูปที่ 2 แอ็กเซสอะแดปเตอร์ (Access adapter)

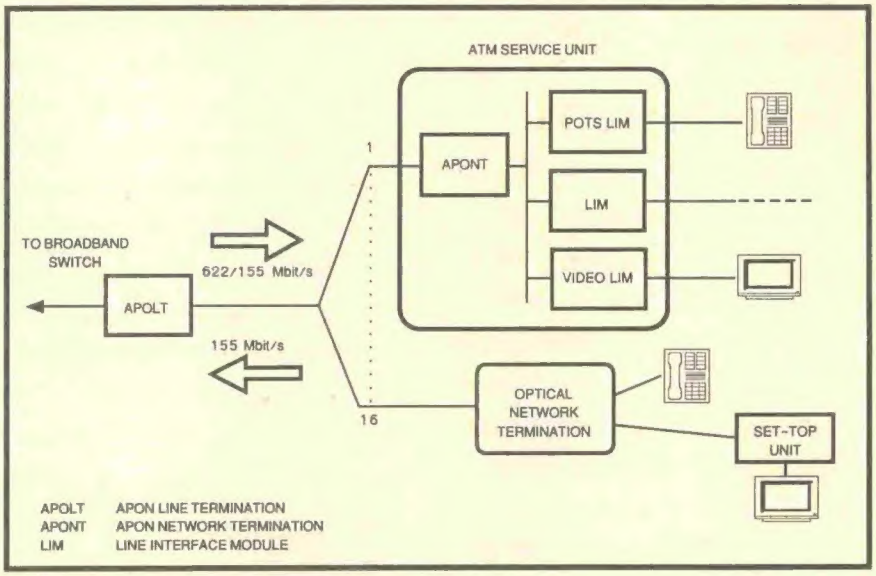
อะนาล็อก POTS (Plain Old Telephone Service) อยู่แล้วยังคงสามารถใช้บริการเช่นนี้ต่อไปในขณะที่สามารถแอ็กเซสเข้าไปใช้บริการแบบดิจิตอลที่มีอัตราเร็วสูงเมื่อได้มีการเพิ่มเติมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อันใหม่เข้าไปพร้อมด้วย ADSL ทรานซิฟเวอร์ (transceiver) ที่จะติดตั้งอยู่ในบ้านของผู้ใช้บริการ



รูปที่ 3 แสดงรายละเอียดของ Asymmetrical Digital Subscriber Loop (ADSL)

ATM Passive Optical Network (APON)

ระบบ APON เป็น passive optical network ที่ให้การสนับสนุนบริการต่าง ๆ ที่เป็นบรอดแบนด์ ดังสถาปัตยกรรมที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4 บิตเรตของเน็ตเวอร์กแบบนี้ในด้านปลายทางจะเป็น 622 หรือ 155 Mbit/s ในขณะที่ตรงต้นทางจะมีบิตเรตเท่ากับ 155 Mbit/s ซึ่งสำหรับในช่องต้นทางนั้นจะมีการแบ่งปันบิตเรตดังกล่าวในระหว่าง ATM Service Units (ASU) ที่มีอยู่ 16 ยูนิตด้วยกันในลักษณะที่เป็นไปอย่างยืดหยุ่น การจัดสรรแบนด์วิดธ์นี้จะขึ้นกับ peak bandwidth โดยจะเป็นการแบ่งที่มีขนาด 8 Kbit/s ระบบการจัดสรรแบนด์วิดธ์แบบนี้ทำให้สามารถอัพเดตทรัพยากรในด้านแบนด์วิดธ์ให้เป็นไปอย่างคล่องตัว รวมทั้งการสามารถที่จะให้บริการที่ไม่จำกัดประเภท ระบบที่เป็น APON จะขนถ่ายข้อมูลโดยอาศัยหลักการของเซลล์ทั้งจุดที่อยู่ต้นทางและปลายทางอันก่อให้เกิดคอมแพตติบิลิตี้กับ VOD เน็ตเวอร์กบนฐาน ATM ในเกือบจะทันที ในทิศทางที่เป็นปลายทางนั้นจะมีการใช้ TDM (Time Division Multiplexing) เทคนิค ส่วนในด้านต้นทางก็จะมีการใช้ TDMA (Time Division Multiple Access) โปรโตคอล และในทั้งสองทิศทางดังกล่าว ATM เซลล์จะถูกผนึกอยู่ใน APON แพคเกจโดยจะมีแพคเกจขนาดเล็กที่เป็นโอเวอร์เฮด ผนวกติดเข้าไปในแต่ละ ATM เซลล์ เพื่อสำหรับ synchronization และการทำหน้าที่ต่าง ๆ ในด้านเน็ตเวอร์กทรานสปอร์ต เช่น APON (APON Nework Terusination) identification สำหรับมัลติฟิลแอ็กเซสคอนโทรล ตรงต้นทาง



รูปที่ 4 แสดง ATM Passive Optical Network (APON)

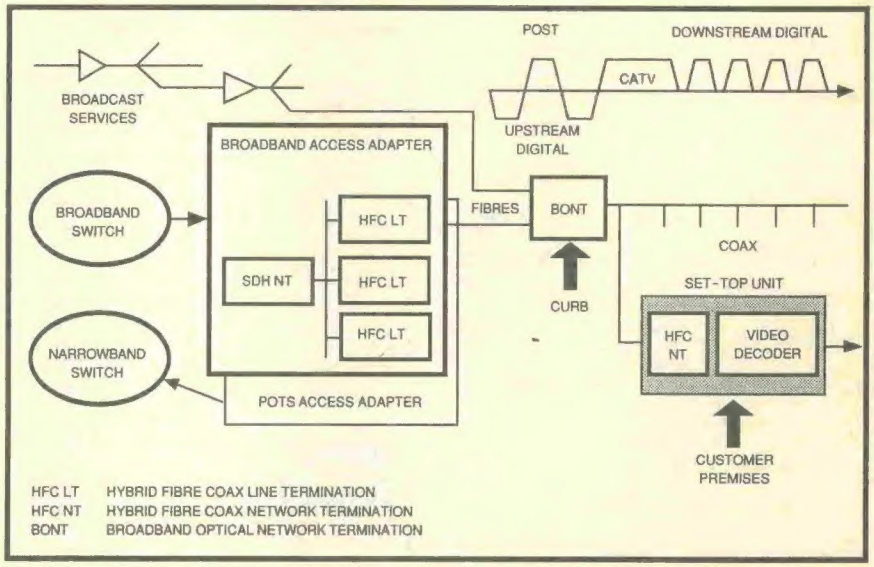
ในทางปฏิบัตินั้น ASU อาจอยู่ในรูปของระบบโมดูล่าร์ (modular system) หรือในรูปของการนำ Optical Network Termination เข้ามารวมอยู่ด้วย จุดมุ่งหมายของระบบโมดูล่าร์ก็คือการมุ่งไปที่สภาพแวดล้อมที่เป็น FTTB (Fiber to the Building) ซึ่งมีกลุ่มของ LIM (Line Interface Modules) ที่ทำหน้าที่ในด้านการให้บริการสนับสนุนที่เกี่ยวกับ terminal adaptation สิ่งที่เป็นรูปธรรมที่เกี่ยวกับ LIM ที่พอจะเห็นได้ในขณะนี้ก็คือ POTS, N-ISDN, วิดีโอดีโค้ดเดอร์ สำหรับการแพร่ภาพโทรทัศน์ที่เป็นดิจิตอล Ethernet และ Frame Relay เป็นอาทิ โดยแต่ละ LIM จะทำหน้าที่ในด้าน AAL (ATM Adaptation Laper) ทำหน้าที่ในด้านไลน์อินเทอร์เฟส (line interface) นอกจากนี้อุปกรณ์หรือเทคโนโลยีดังกล่าวยังมีขีดความสามารถในการเสียบแบบออนไลน์ (on line insertable) เข้าไปใน ATM Service Unit (ASU) พร้อม ๆ กันกับการอัพเดต Service Unit configuration และจัดสรรทรัพยากรแบนด์วิดธ์ที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ

ในแง่ของผลิตภัณฑ์นั้นสิ่งที่เป็น Optical Network Termination จะเป็นหน่วยอุปกรณ์ที่มีความกะทัดรัดมาก โดยจะทำหน้าที่เป็นอินเทอร์เฟสสำหรับ set top และเครื่องรับโทรศัพท์ ซึ่งมีแนวโน้มในการก้าวไปสู่แอพ-

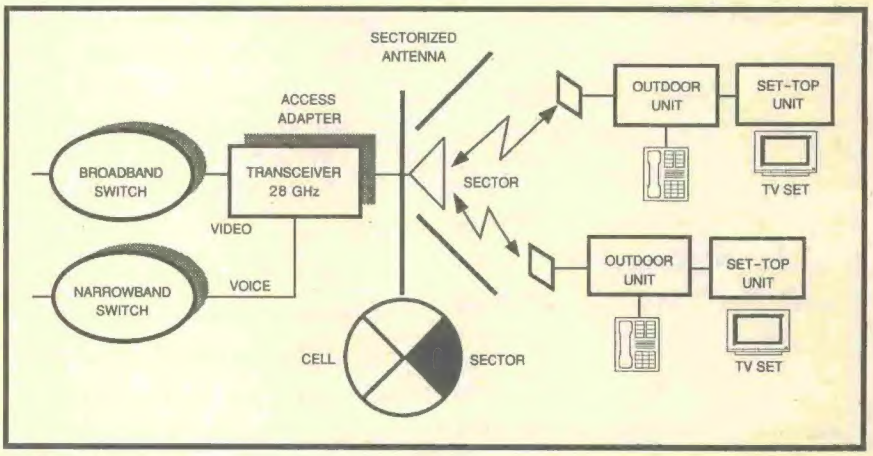
พลิเคชันที่เป็น FTTH (Fiber To The Home) ปัจจุบัน เซตท็อปอินเทอร์เฟสจะอาศัยมาตรฐานที่เรียกว่า E1/V24 อันเป็นมาตรฐานทางพฤตินัยสำหรับการทดลองให้บริการด้าน VOD ในระยะแรก ในอนาคตจะมีสิ่งที่เรียกว่า Digital Home Network (DHN) อินเทอร์เฟส ซึ่งจะได้รับการสนับสนุนเป็นอันดับต่อไป

Hybrid Fiber Coax (HFC)

มาถึงจุดนี้ก็จำเป็นต้องขอยืมประสบการณ์จากยุโรป เพื่อพูดถึงผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า A1570BB อันเป็นความถี่ทางวิทยุแบบดิจิตอลที่ได้พัฒนาโดย Alcatel เพื่อให้สามารถให้บริการที่มีขีดความสามารถต่าง ๆ ในด้าน Full Service Network รวมทั้งแอพพลิเคชันต่าง ๆ ที่เกี่ยวแก่ VOD แบบปฏิสัมพันธ์ดังในรูปที่ 5 ตรงส่วนบนของรูปที่ 5 เป็นระบบ A1570BB ซึ่งประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ของออปติคัลแอมพลิฟลายเออร์ (optical amplifiers) และสปลิตเตอร์ (splitters) ซึ่งมาสิ้นสุดที่ BONT (Broadband Optical Network Termination), จาก BONT ก็จะมี coax drop ที่ขยายไปถึงผู้เป็นสมาชิก (ซึ่งจะมีสมาชิกประมาณ 100 ต่อหนึ่ง BONT) ในแง่ของสเปคตรัมของความถี่นั้นจะมีย่าน (เช่น 450 MHz) ที่สำรองไว้สำหรับการให้บริการในการแพร่ภาพแบบ CATU



รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดของ Hybrid Fibre Coax (HFC)



รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดของ Local Multichannel Distribution Services (LMDS)

LMDS

การแก้ปัญหาตามสไตล์ของ LMDS เป็นการมองไปในอนาคตในเรื่องของการใช้ระบบเซลลูล่าร์ที่ใช้สัญญาณวิทยุแบบ 28 GHz แบนด์ เพื่อสำหรับการส่งข้อมูลที่เป็นดิจิตอลวิดีโอแชนเนิล สำหรับ IVOD ดังในรูปที่ 6 ข้อต้องการในการให้บริการแบบ VOD สำหรับในกรณีนี้จะเป็นว่าจะต้องการให้มีระบบส่งสัญญาณวิทยุที่เป็นดิจิตอลแบบสองทาง ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณจากจุดหนึ่งไปยังหลาย ๆ จุด (point to multipoint configuration) และถ้าจะให้สรุปเพื่อให้เกิดความกระจ่างของเรื่องนี้ก็จะเป็นว่า LMDS แอ็กเซสควรมีคุณสมบัติดังนี้

- การสามารถให้บริการด้าน VOD ที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทั้งในเซตที่เป็นที่พักของผู้เป็นสมาชิกในการใช้บริการที่อยู่ในเมืองและอยู่ชานเมือง ในกรณีที่มีสเปกตรัมอย่างพอเพียง
- ลดการลงทุนในแง่ของ up front investments ให้เหลือน้อยที่สุดอันเนื่องจากว่าผู้ที่เข้ามาเป็นสมาชิกในการใช้บริการต่าง ๆ จะเป็นผู้แบกค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่เอาไว้ในทันทีที่มีการลงนามในสัญญาณเพื่อขอใช้บริการ
- เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยมาก

MPEG เอ็นโค้ดดิง

เทคนิคต่าง ๆ ที่พัฒนาโดย Moving Picture Expert Group (MPEG) นั้นมีแนวโน้มว่าจะกลายเป็นมาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับในแง่ของการโค้ด (coding) และการบีบอัด (compression) สัญญาณวิดีโอ คือนอกจากจะมีมาตรฐานที่เรียกว่า MPEG1 แล้วก็ยังมีมาตรฐานอันใหม่ที่เรียกว่า MPEG2 ที่มีฟีเจอร์

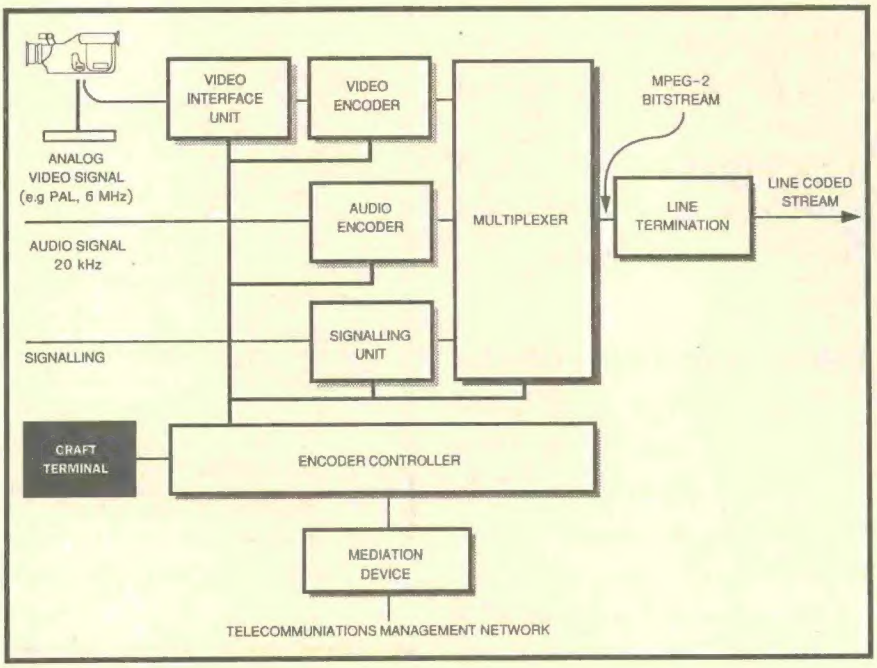
ใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามาในนั้น เช่น การเพิ่มคุณภาพและขีดความสามารถ เพื่อให้การสนับสนุน HDTV (High Dofiaition TV)

ภายในมาตรฐานที่เป็น MPEG 2 จะเป็นวิธีการโค้ดดิ้งโดยทั่วไปสำหรับภาพยนตร์และเสียงที่เป็นส่วนประกอบอันเป็นมาตรฐานที่มีความทั่วไป (genetic) ในแง่ที่ว่าโค้ดครอบคลุมแอพพลิเคชันต่าง ๆ เช่น

- digital storage media รวมทั้งการแพร่ภาพโทรทัศน์
- บิตเรต (bit rates)
- ความคมชัดของภาพ และคุณภาพในการให้บริการต่าง ๆ นอกจากนี้ก็ยังมีเรื่องของ coding algorithms ที่ถือว่าซับซ้อนมาก ดังตัวอย่างเช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการโค้ดภาพยนตร์โดยทั่วไปจะต้องการการประมวลผลที่เรียกว่า off line process ที่ใช้เวลานับ 10 ชั่วโมง

ขณะนี้ก็ได้มีผู้ประกอบการรายใหญ่ในด้านสื่อสารโทรคมนาคมหลายราย (เช่น Alcatel) ที่ได้สร้างต้นแบบ MPEG 2 เอ็นโค้ดเดอร์แบบรีลไทม์ โดยอาศัย Digital Signal Processors (DSPs) และได้ทำการทดสอบอยู่ (1994) ต้นแบบดังกล่าว (รูปที่ 7) ได้มีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- วิดีโออินเทอร์เฟสยูนิต (video interface unit) ที่แปลงสัญญาณวิดีโออะนาล็อกซึ่งเกิดจากกล้องถ่ายภาพวิดีโอให้อยู่ใน CCIR601 ฟอร์แมต
- วิดีโอเอ็นโค้ดเดอร์ ที่ทำหน้าที่ประมวลผลสำหรับ MPEG2 เอ็นโค้ดดิงของวิดีโอสตรีมที่ส่งเข้ามา
- ออดิโอเอ็นโค้ดเดอร์ (audio encoder)
- signalling unit ที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลสัญญาณที่เป็น anxiligry ที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารแบบจุดต่อจุด ระหว่างวิดีโอเซอร์ฟเวอร์กับผู้ใช้บริการ รวมทั้งระหว่างเซอร์ฟเวอร์และรีลไทม์โค้ดเดอร์ (real time coder)
- มัลติเพล็กเซอร์ (multiplexer) ซึ่งทำหน้าที่ควบหรือมัลติเพล็กซิงสำหรับสัญญาณเสียง วิดีโอ และข้อมูล รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรายการที่ดีโค้ดเดอร์ (decoder)



รูปที่ 7 Real-time-MPEG2 encoder

ต้องการ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสร้างเสริมรายการต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่ โดยให้เป็นไปอย่างถูกต้อง

- ไลน์ทรานสมิชชัน ซึ่งจะทำหน้าที่ในด้านแชนเนิลโค้ดดิงจากกระแสของสัญญาณที่เป็นแบบ MPEG 2 binary stream ให้เป็นไลน์ฟอร์แมต ซึ่งอาจอาศัย ATM บน SDH (Synchronous Digital Hierarchy) และ/หรือ PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) รวมทั้ง 64-256 QAM (Quadrature Amplitude Mudulation) และ B703 ที่เป็น direct transport สำหรับ PDH
- เอ็นโค้ดเดอร์คอนโทรลเลอร์ (encoder controller) ที่สามารถควบคุมระบบทุกระบบรวมทั้งอินเทอร์เฟส ซึ่งต่อพ่วงโยงกับ gaft terminal และ mediation device ที่สัมพันธ์กับเน็ตเวอร์กแมนเนจเมนท์ฟังก์ชัน

วิดีโอเซอร์ฟเวอร์ (Video Server)

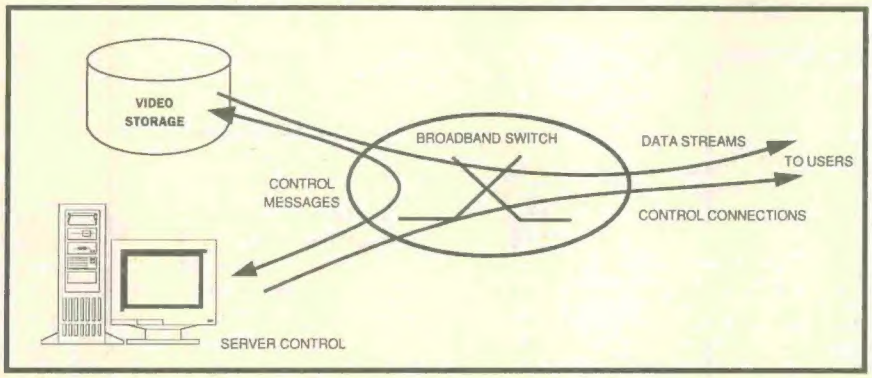
ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

วิดีโอสตอเรจ (video storage)

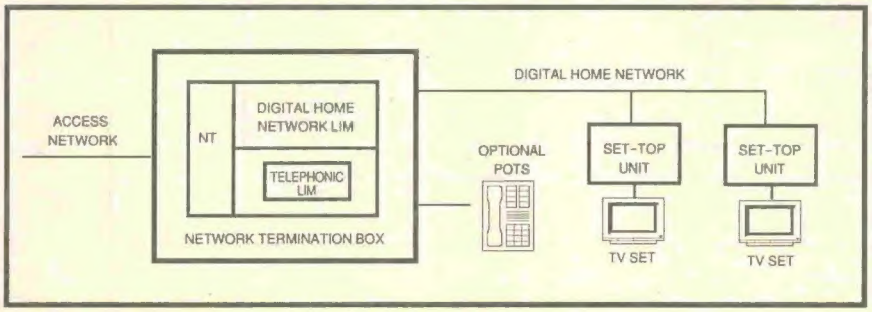
โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกระหว่างส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เป็น storage part กับส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมที่เป็น control part หน้าที่ของ storage part ก็คือการเก็บเนื้อหาของรายการ รวมทั้งการสร้างสรรค์สำเนาใหม่ ๆ ของรายการโดยอาศัยเนื้อหาสาระจากที่มีอยู่แล้ว (รูปที่ 8) สตอเรจเทคโนโลยีที่ใช้ในการนี้ก็มีอาทิเช่น

- Winchester Hard Disks
- RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) เทคโนโลยี
- Dram สตอเรจ
- เทปไดรฟ์ เช่น DAT (digital andio E tape)

นอกจากนี้ก็ยังมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับในเรื่องของ MPEG เอ็นโค้ดดิงในแง่ที่ว่า



รูปที่ 8 แสดงรายละเอียดของวิดีโอเซอร์ฟเวอร์



รูปที่ 9 แสดงรายละเอียดของ Customer Premises Equipment (CPE)

Server Control

ซึ่งทำหน้าที่เป็นปลายทางที่จะ terminate สัญญาณสำหรับผู้ใช้บริการและดูแลในด้านการควบคุมโดยทั่วไปในเรื่องของวิดีโอเซอร์ฟเวอร์

Data/signalling flows

หน้าที่ของวิดีโอเซอร์ฟเวอร์ก็คือการทำหน้าที่ที่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงที่เป็นทิศทางเดียวสำหรับมหาชนในรูปของการเชื่อมโยงกับเน็ตเวอร์กของการสื่อสารที่เป็นแบบไฮ-แบนด์วิดธ์ ดังในรูปที่ 8 อันเป็นการเชื่อมโยงที่ประกอบด้วยวิดีโอสตรีมเดี่ยว (เช่น Z Mbit/s) กับสิ่งที่เป็นเสียงและข้อมูล รวมทั้งการฝากฝังข้อมูลข่าวสารในเชิงบังคับสั่งการที่เป็นระยะไกลในรูปของ embedded control information ในกรณีที่สิ่งที่เป็นต้นกำเนิดอันเป็นการแปลงข่าวของวิดีโอ (video souruce) จะมีความต้องการการเชื่อมโยงแบบสองทางกับส่วนที่เรียกว่า เซอร์ฟเวอร์คอนโทรล (server control) ฯลฯ

Customer Premises Equipment (CPE)

ได้มีการแบ่งสถาปัตยกรรมของ CPE เป็นสองแบบคือ

1. เป็นการแยก network termination ออกจาก set top (รูปที่ 9)

2. รวม network termination เข้ากับ set top

หน้าที่ของ set top ก็คือการดีโค้ด (decode) MPEG วิดีโอ ออดิโอสตรีม รวมทั้งการเป็นอินเทอร์เฟสสำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ รวมทั้งการทำหน้าที่อื่น ๆ เช่น

- การเป็นอินเทอร์เฟสสำหรับผู้ใช้
- conditional access (encryption)
- การควบคุม password
- สมาร์ทการ์ด
- อ่านบัตรเครดิต
- joysticks

นอกจากนี้ก็ยังมีการแบ่ง set top ออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบ low end ที่พัฒนาไปจากในปัจจุบัน

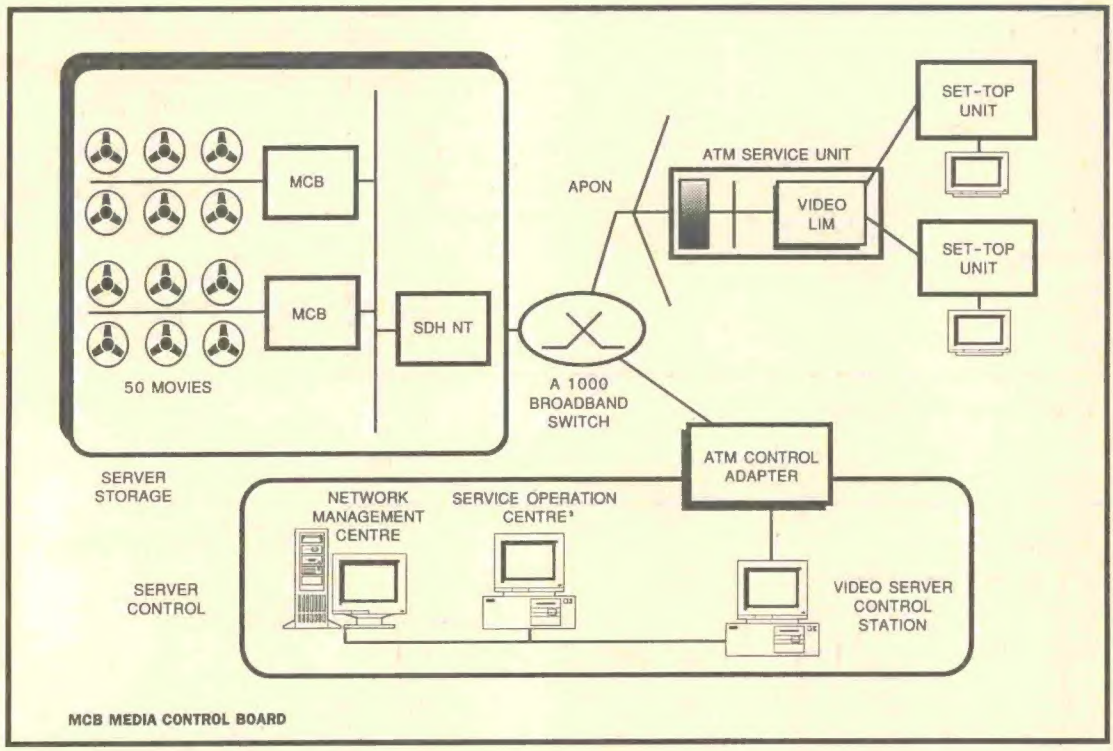
2. แบบ high end ซึ่งอาศัยเวอร์ก-สเตชันหรือพีซี

VOD ขั้นทดลองของ Alcatel

ระบบที่เป็นขั้นทดลองในการให้บริการที่เป็น VOD ซึ่งจะนำมาพูดในที่นี้จะเป็นแบบ end to end ATM solution ที่พัฒนาโดยบริษัท Alcatel โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการทดลองและเพื่อแสดงความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีบางอย่างเพื่อให้บริการแบบนี้ (รูปที่ 10)

ระบบตามที่แสดงในรูปที่ 10 นั้นได้สร้างจากอุปกรณ์ที่เป็นบรอดแบนด์สวิตช์แบบ A1000 ของบริษัท Alcatel โดยอาศัย ATM Passive Optical Network (APON) ให้ทำหน้าที่เป็นแอ็กเซสเน็ตเวอร์ก พร้อมด้วยวิดีโอเซอร์ฟเวอร์และ ATM Service Unit (ASU) หน้าที่ของระบบเช่นนี้ก็คือการให้บริการด้าน VOD แบบปฏิสัมพันธ์แก่ผู้ใช้บริการหลายร้อยราย โดยมีภาพยนตร์ที่เก็บสำรองไว้ให้ผู้ใช้บริการเลือกชมเป็นจำนวนมาก (นับเป็นร้อยเรื่อง" ซึ่งจะมีการเก็บภาพยนตร์ดังกล่าวในรูปของ library

การให้บริการในด้าน IVOD จะเป็นไปในรูปที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้บริการสามารถบังคับควบคุมการชมภาพยนตร์ เช่น การเริ่มชม การหยุดเพราะจบเรื่อง การหยุดชั่วคราว การเร่งไปข้างหน้า เพื่อให้สามารถเห็นเหตุการณ์ในภาพยนตร์ได้เร็วขึ้น และการรีไวนด์ นอกจากนี้ระบบเช่นที่แสดงในรูปที่ 10 ยังมีเครื่องอำนวยความสะดวกอื่น ๆ สำหรับผู้ชม เช่น



รูปที่ 10 ระบบ VOD ในขั้นทดลองของ Alcatel

Graphical User Interface (GUI) ที่ทำงานโดยอาศัยหลักของ Tree structure โดยในแต่ละโหนด (node) จะสัมพันธ์โดยตรงกับหนึ่งภาพของ MPEG-coded still image

งานพัฒนาอีกส่วนหนึ่งของบริษัท Alcatel ก็คือการออกแบบ VOD เซอร์ฟเวอร์ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้ชมสามารถเพลย์แบค MPEG สตรีมในรูปของรีลไทม์ ซึ่งจะประกอบด้วยแถบของฮาร์ดดิสก์ที่อินเทอร์เฟสกับ ATM เน็ตเวอร์กโดยผ่านทาง Media Control Board (MCB) MCB จะอ่านส่วนของวิดีโอที่มีผู้ต้องการจะดูโดยอ่านจากดิสก์แล้วส่งไปที่สวิตช์ด้วยอัตราความเร็วคงที่ (เช่น อาจเป็น 2 Mbit/s) ข้อมูลที่เป็นวิดีโอจะเก็บไว้ในดิสก์โดยใช้ ATM ฟอร์แมต นอกจากนี้ก็มีการเพิ่มสิ่งที่เรียกว่า ATM Adaptation Layer เข้าไปในรูปของออฟไลน์เพื่อให้การสนับสนุนภาพวิดีโอที่ได้รับการบีบอัดแล้วโดยอยู่ในรูปของ MPEG ซึ่งทั้งหมดนี้จะเก็บอยู่ใน A1000 แรค โดยหนึ่งแรคจะมีดิสก์อยู่ 96 ตัว

อุปกรณ์ชิ้นสุดท้าย VOD trial system (รูปที่ 10) ก็คือ Video Server Control Station ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณจากผู้ใช้บริการแล้วแปลงเป็นคำสั่งที่เหมาะสมเพื่อส่งไปยังเซอร์ฟเวอร์สตอเรจ ส่วนในแง่ของการบริหารจัดการนั้นก็จะมี Service Operation Center ที่คอยกำกับการทำงานของระบบวิดีโอและจัดการในเรื่องของทรัพยากรที่มีอยู่ในเซอร์ฟเวอร์ รวมทั้งการจัดการในด้านการเข้าเป็นสมาชิกสำหรับ VOD

สรุป

จากประสบการณ์ในการทำธุรกิจเพื่อให้เช่าวิดีโอเท่าที่เป็นอยู่ในขณะนี้สำหรับในหลาย ๆ ประเทศ ได้แสดงว่าการให้บริการในด้าน VOD จะต้องการ

- รายการใหม่ ๆ
- การเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่เน็ตเวอร์กที่มีอยู่แล้วหรือเปลี่ยนใหม่หมด
- เพิ่มระบบใหม่ ๆ เข้าไป

เพื่อเป็นโอกาสทางการค้าสำหรับผู้ขายอุปกรณ์โอเปอเรเตอร์และผู้ให้บริการด้านนี้ เพราะการให้บริการต่าง ๆ ที่เป็นแบบปฏิสัมพันธ์เท่าที่พูดมาทั้งหมดนี้จะก่อให้เกิดมีโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการให้บริการ B-ISDN โดยทั่วไป ซึ่งจะทำรายได้ให้แก่ผู้เป็นโอเปอเรเตอร์และสร้างความพอใจให้แก่ผู้ใช้บริการ ความสำคัญของธุรกิจในด้าน VOD ในต่อ ๆ ไปนั้นจะเป็นแรงกระตุ้นในเรื่องของการกำหนดมาตรฐานทางอุตสาหกรรมของเรื่องนี้เพื่อให้เกิดการรุดหน้าทางการค้า ในเวลาเดียวกัน ยังจะต้องมีการค้นคว้าวิจัยในด้าน VOD ต่อไปอีก โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เป็นส่วนสำคัญในเรื่องนี้ รวมทั้งการที่ผู้ขายอุปกรณ์ด้าน VOD ซึ่งจะต้องทำการทดลองในสนามให้มากขึ้น ตลอดจนการร่วมมือกับโอเปอเรเตอร์